

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT  
PTO 09 DEC 2000  
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

10/516510  
C1/EP 08691

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 29 AUG 2003  
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 37 799.5  
**Anmeldetag:** 17. August 2002  
**Anmelder/Inhaber:** ABB Research Ltd.,  
Zürich/CH  
**Bezeichnung:** Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer  
Vielzahl Knoten und einer Basisstation gemäß TDMA  
sowie Basisstation und System hierzu  
**IPC:** H 04 L, G 08 C

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 08. Mai 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Dzierzon

ABB Research Ltd.  
Zürich  
Mp.-Nr. 02/611

15. August 2002  
PAT 2-Pn

Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation  
gemäß TDMA sowie Basisstation und System hierzu

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation gemäß TDMA, wobei zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammensetzt, wobei jeder Zeitschlitz einem bestimmten Knoten zugeordnet ist. Die Erfindung bezieht sich des weiteren auf eine Basisstation und auf ein System hierzu.

Die Erfindung kann beispielsweise bei einem System mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und/oder Aktoren (Knoten) und einer Basisstation verwendet werden, welches in einer Maschine oder Anlage, beispielsweise Industrieroboter, Herstellungsautomat oder Fertigungsautomat installiert ist. Als Sensoren bzw. Aktoren können Näherungsschalter/Näherungssensoren, Temperaturmeßsensoren, Druckmeßsensoren, Strommeßsensoren oder Spannungsmeßsensoren bzw. mikromechanische, piezoelektrische, elektrochemische, magnetostriktive, elektrostatische oder elektromagnetische Aktoren verwendet werden.

- In der DE 199 26 799 A1 wird ein System für eine eine Vielzahl von drahtlosen Näherungssensoren aufweisende Maschine, insbesondere Fertigungsautomat, vorgeschlagen, wobei
- jeder Näherungssensor mindestens eine zur Energieaufnahme aus einem mittelfrequenten Magnetfeld geeignete Sekundärwicklung aufweist,
  - wobei mindestens eine von einem mittelfrequenten Oszillatator gespeiste Primärwicklung zur drahtlosen Versorgung der Näherungssensoren mit elektrischer Energie vorgesehen ist,
  - und wobei jeder Näherungssensor mit einer Sendeeinrichtung ausgestattet ist, welche interessierende Sensor-Informationen beinhaltende Funksignale an eine zentrale, mit einem Prozeßrechner der Maschine verbundene Basisstation abgibt.

Bei diesem drahtlosen System entfällt im Vergleich zu konventionellen Lösungen mit Draht/Kabelanschluß zur elektrischen Energieversorgung und zur Kommunikation der durch Planung, Material, Installation, Dokumentation und Wartung bedingte relativ hohe Kostenfaktor der Draht/Kabelanschlüsse. Es können keine Ausfälle aufgrund von Kabelbrüchen oder schlechten, beispielsweise korrodierten Kontakten auftreten.

In der DE 199 26 562 A1 werden ein Verfahren und eine Anordnung zur drahtlosen Versorgung einer Vielzahl Aktoren mit elektrischer Energie, ein Aktor und eine Primärwicklung hierzu sowie ein System für eine eine Vielzahl von Aktoren aufweisende Maschine vorgeschlagen, wobei die vorgeschlagene Technologie bezüglich Energieversorgung und Kommunikation gleichartig der vorstehend für die DE 199 26 799 A1 angegebenen Technologie ist.

Für die Funkübertragung wird dabei vorzugsweise die TDMA-Technologie (Time Division Multiple Access) eingesetzt, bei der die Signale (Informationen) von der Basisstation zu den Aktoren bzw. Sensoren (Knoten) als downlink Signale und von den Aktoren bzw. Sensoren (Knoten) zur Basisstation als uplink Signale jeweils in Form zyklischer TDMA-Datenübertragungsblöcke übermittelt werden, wobei jedem Sensor/Aktor (Knoten) ein bestimmter Zeitschlitz innerhalb eines Datenübertragungsblockes zugeordnet ist. Beim Stand der Technik wird die Anzahl mit

einer Basisstation kommunikationsfähiger Knoten (Sensoren/Aktoren) durch die Anzahl der Zeitschlüsse eines Datenübertragungsblockes festgelegt und damit begrenzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation gemäß TDMA der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die Anzahl der mit der Basisstation kommunikationsfähigen Knoten erhöht ist. Des weiteren sollen eine Basisstation zur Durchführung des Verfahrens und ein System hierzu angegeben werden.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die uplink Signale von den unterschiedlichen Knoten zu der Basisstation gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden, während die downlink Signale von der Basisstation zu den unterschiedlichen Knoten auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden.

Die Aufgabe wird hinsichtlich der Basisstation dadurch gelöst, daß der gleichzeitige Empfang von zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen entsprechend den Frequenzen der uplink Signale ermöglicht ist.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Systems mit einer Basisstation und einer Vielzahl Knoten dadurch gelöst, daß die uplink Signale von den unterschiedlichen Knoten zu der Basisstation gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden, während die downlink Signale von der Basisstation zu den unterschiedlichen Knoten auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die Kapazität des Systems mit einer Vielzahl von Knoten und einer Basisstation vergrößert wird, d. h. die Anzahl der möglichen, mit einer Basisstation kommunikationsfähigen Knoten wird bei Verwendung von zwei unterschiedlichen uplink Frequenzen verdoppelt, bei Verwendung von drei unterschiedlichen uplink Frequenzen verdreifacht usw. Der Einsatz zusätzlicher, mit eigenen downlink Frequenzen zu betreibender Basisstationen

wird vermieden, wodurch zum einen vorteilhaft durch mehrere downlink Frequenzen verursachte Interferenzen verhindert werden, welche im allgemeinen bei Systemen mit mehreren Basisstationen auftreten und was zum anderen vorteilhaft Kosteneinsparungen zur Folge hat.

Weitere Vorteile sind aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. In der einzigen Figur ist ein System mit einer Vielzahl von Knoten S.1, S.2...S.n ( $n =$  beliebige ganze positive Zahl), vorzugsweise Sensoren und/oder Aktoren (Knoten) und einer Basisstation BS dargestellt. Die Sensoren und/oder Aktoren S.1, S.2...S.n sind beispielsweise innerhalb einer Anlage installiert oder an einer Maschine, insbesondere einem Fertigungssystem befestigt. Es ist nachfolgend stets von Sensoren/Aktoren S.1...S.n die Rede, wobei es sich beim einzelnen Bauteil wahlweise um einen Sensor oder um einen Aktor handeln kann. Im allgemeinen weisen die Sensoren einen die Sensor-Umgebung detektierenden Sensorkopf mit nachgeschalteter Signalauswertung sowie die Aktoren eine Aktoreinheit (beispielsweise ein Druckluftventil oder ein Schütz) sowie eine Ansteuereinheit hierfür auf.

Die Sensoren und/oder Aktoren S.1...S.n weisen jeweils eine Kommunikationseinrichtung auf, welche den erforderlichen Funksender und Funkempfänger enthält, um derart eine drahtlose Kommunikation zwischen der Basisstation BS und den einzelnen Sensoren/Aktoren S.1...S.n zu ermöglichen. Bei einem Sensor gelangt das aufbereitete Sensorsignal zu einem Modulator/Codierer mit nachgeschaltetem Funksender und Antenne, wo es an die Basisstation BS gesendet wird. Bei einem Aktor gelangt das von der Basisstation BS gesendete Ansteuersignal über eine Antenne, einen Funkempfänger und einen Demodulator/Decodierer zur Ansteuereinheit.

Die Basisstation BS ist zweckmäßig an einen Zentralrechner (Prozeßrechner, Speicherprogrammierbare Steuerung) angeschlossen und weist eine Kommunikationseinrichtung auf, welche Sensorsignale der Sensoren und Meldesignale betreffend den aktuellen Zustand von Aktoren in Form von uplink Signalen UL,1, UL.2...UL.n (uplink = "in Aufwärtsrichtung" = von den Sensoren/Aktoren zur Basisstation) empfängt, Ansteuersignale zur Aktivierung/Deaktivierung der Aktoren in Form von downlink Signalen DL (downlink = "in Abwärtsrichtung" = von der Basisstation zu den Sensoren/Aktoren) abgibt und Signale zur Einstellung von spezifischen Parametern der Aktoren und Sensoren ebenfalls in Form von downlink Signalen DL abgibt. Die Kommunikationseinrichtung der Basisstation BS weist zumindest eine Antenne auf, an welche ein Funkempfänger und ein Funksender angeschlossen sind. Die Signale des Funkempfängers werden einem Demodulator/Decodierer zugeführt und dem Funksender ist ein Modulator/Codierer vorgeschaltet.

Beim TDMA-Verfahren sendet die Basisstation BS zur kontinuierlichen Signalübertragung eine Folge von sukzessive aufeinanderfolgernden TDMA-Datenübertragungsblöcken bzw. Rahmen in Abwärtsrichtung aus, die von jedem Sensor/Aktor S.1...S.n empfangen werden können. Ein zyklischer TDMA-Datenübertragungsblock oder Rahmen setzt sich aus m (m = beliebige ganze Zahl) sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammen. Jeder Zeitschlitz ist einem bestimmten Sensor oder Aktor S.1...S.n zugeordnet.

Um sicherzustellen, daß die in einem Zeitschlitz enthaltene Information auch dem richtigen Aktor zugeordnet wird, bzw. um sicherzustellen, daß ein Sensor die der Basisstation BS zu übermittelnde Information während des richtigen Zeitschlitzes absendet, enthält jeder Zeitschlitz ein typisches Synchronisationswort zur exakten Synchronisation zwischen Basisstation BS einerseits und Sensoren/Aktoren S.1...S.n andererseits. Ein Zeitschlitz eines TDMA-Datenübertragungsblocks setzt sich zusammen aus einer Synchronisations-Präambel, aus der Symbolfolge der eigentlichen Nachricht (Payload) und aus einem Sicherheitsabstand (Guard Time). Die Synchronisations-Präambel enthält die zur Synchronisierung zwischen Funkempfänger und Funksender erforderlichen Angaben.

Obwohl beispielsweise die Sensoren ihre Nachrichten in zufälligen Augenblicken generieren, erfolgt eine an den zugeordneten Zeitschlitz angepaßte Übertragung der Daten. Ein Sensor/Aktor S.1...S.n sendet seinen Datenübertragungsblock in Aufwärtsrichtung (uplink Signal) nach Ablauf einer festen Zeitspanne, nachdem er die Information im zugehörigen Zeitschlitz in Abwärtsrichtung (downlink Signal) empfangen hat.

Der Empfänger der Basisstation BS kann aus der jedem Zeitschlitz zugeordneten Nummer und Frequenz unverwechselbar den jeweiligen Funksender, d. h. den relevanten Sensor/Aktor (Knoten) S.1...S.n bestimmen.

Wesentliches Kriterium der Erfindung ist es, daß die uplink Signale UL.1, UL.2...UL.n von den unterschiedlichen Sensoren/Aktoren S.1...S.n gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden, d. h. während eines uplink Zeitschlitzes werden gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen die Daten von unterschiedlichen Sensoren/Aktoren S.1...S.n gesendet. Ein Ausführungsbeispiel hierzu:

- Knoten S.1 sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f1,
- Knoten S.2 sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f2
- Knoten S.3 sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f3,
- Knoten S.4 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f1,
- Knoten S.5 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f2,
- Knoten S.6 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f3,
- Knoten S.7 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f1,
- Knoten S.8 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f2,

- Knoten S.9 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f3,
- Knoten S.10 sendet während des vierten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f1,
- Knoten S.11 sendet während des vierten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f2 usw.

Die downlink Signale DL werden im Unterschied hierzu auf lediglich einer einzigen Frequenz gesendet, d. h. während eines jeden downlink Zeitschlitzes werden die Daten an zwei, drei oder mehr Sensoren/Aktoren S.1...S.n gleichzeitig gesendet, was durch geeignetes Packen der Daten erfolgt. Diese Verfahrensweise hat den Vorteil, daß insgesamt weniger Frequenzen durch das System belegt werden.

Die Funktionsweise der Basisstation BS ermöglicht dementsprechend den gleichzeitigen Empfang von zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen entsprechend den Frequenzen der uplink Signale. Im einfachsten Fall bedeutet dies, daß zwei, drei oder mehr separate Empfänger – jeweils zum Empfang einer festen Frequenz eingestellt – vorgesehen sind. Jeder Empfänger kann eine eigene Empfangsantenne aufweisen. Alternativ kann eine gemeinsame Empfangsantenne für alle Empfänger vorgesehen sein. Des weiteren ist es realisierbar, daß bestimmte analoge und/oder digitale Baukomponenten gemeinsam für alle Empfangsfrequenzen vorgesehen sind, während andere Baukomponenten empfangsfrequenzspezifisch ausgebildet sind.

Die uplink Zeitschlüsse werden frequenz-orthogonal (einander nicht beeinflussend, nicht überlappend) benutzt, d. h. die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Sensoren/Aktoren werden derart festgelegt, daß Interferenzen innerhalb des Systems möglichst vermieden werden. Ebenso ist die downlink Frequenz orthogonal zu den verwendeten uplink Frequenzen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten (S.1...S.n) und einer Basisstation (BS) gemäß TDMA (Time Division Multiple Access), wobei zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammensetzt, wobei jeder Zeitschlitz einem bestimmten Knoten zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen ( $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ) gesendet werden, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Sensoren/Aktoren (S.1...S.n) und die downlink Frequenz derart festgelegt werden, daß Interferenzen möglichst vermieden werden.
3. Basisstation zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der gleichzeitige Empfang von zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen entsprechend den Frequenzen der uplink Signale ermöglicht ist.
4. Basisstation nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß daß zwei, drei oder mehr separate Empfänger – jeweils zum Empfang einer festen Frequenz eingestellt – vorgesehen sind.
5. Basisstation nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Empfänger eine eigene Empfangsantenne aufweist.

6. Basisstation nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine gemeinsame Empfangsantenne für alle Empfänger vorgesehen ist.

7. Basisstation nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bestimmte analoge und/oder digitale Baukomponenten eines Empfängers gemeinsam für alle Empfangsfrequenzen vorgesehen sind, während andere Baukomponenten empfangsfrequenzspezifisch ausgebildet sind.

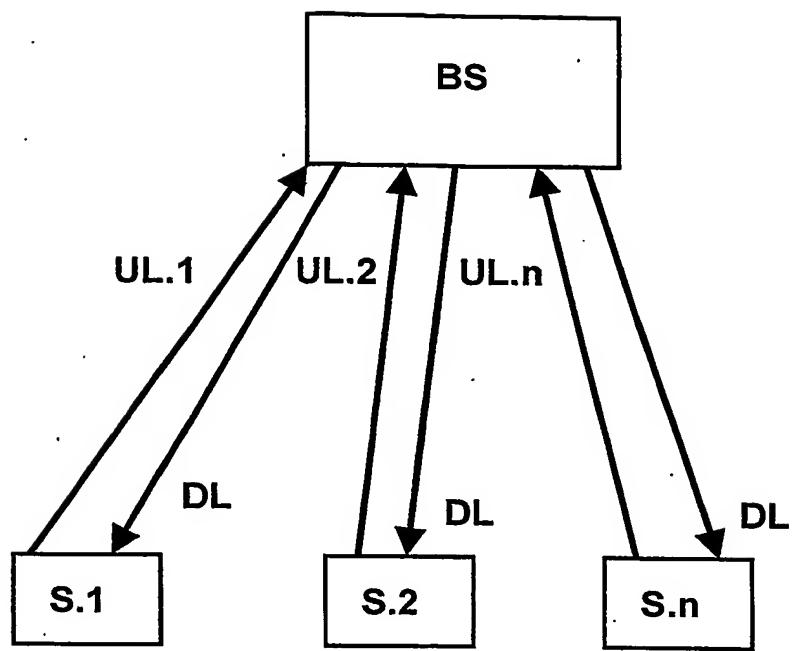
8. System mit einer Basisstation und einer Vielzahl Knoten, wobei zwischen der Basisstation und den Knoten sowie zwischen den Knoten und der Basisstation zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden, dadurch gekennzeichnet, daß die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen ( $f_1, f_2, f_3$ ) gesendet werden, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden.

Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation  
gemäß TDMA sowie Basisstation und System hierzu

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten (S.1...S.n) und einer Basisstation (BS) gemäß TDMA (Time Division Multiple Access) vorgeschlagen, wobei zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitten zusammensetzt. Jeder Zeitschlitz ist einem bestimmten Knoten zugeordnet. Die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) werden gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen (f1, f2, f3) gesendet, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden.

Signifikante Fig.: Einzige Fig.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

---

- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**